

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yasuhiko KURIYAMA

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: BIAS CURRENT SUPPLY CIRCUIT AND AMPLIFICATION CIRCUIT

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**:
Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

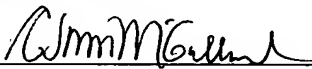
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-066733	March 12, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 2 日
Date of Application:

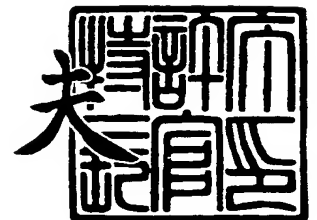
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 6 6 7 3 3
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 6 6 7 3 3]

出 願 人 株式会社東芝
Applicant(s):

2 0 0 4 年 2 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 0 3 9 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 13792401

【提出日】 平成15年 3月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03F 1/00

【発明の名称】 バイアス電流供給回路及び増幅回路

【請求項の数】 25

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
マイクロエレクトロニクスセンター内

【氏名】 栗 山 保 彦

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋 谷 英 俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

【選任した代理人】

【識別番号】 100112793

【弁理士】

【氏名又は名称】 高 橋 佳 大

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 バイアス電流供給回路及び増幅回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を協働して供給する 2 個のエミッタフォロワを構成する第 1, 第 2 のバイポーラトランジスタと、
温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、前記第 1 のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する通常温度特性回路と、
温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、前記第 2 のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する逆温度特性回路と、
を備えていることを特徴とするバイアス電流供給回路。

【請求項 2】

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第 1 のバイポーラトランジスタ及び抵抗と、
前記第 1 のバイポーラトランジスタに並列接続された第 2 のバイポーラトランジスタと、
温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して前記第 1 のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する通常温度特性回路と、
温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、前記制御電圧を供給されて動作して前記第 2 のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する逆温度特性回路とを備え、

共通接続された前記第 1 及び第 2 のバイポーラトランジスタのエミッタから信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給することを特徴とするバイアス電流供給回路。

【請求項 3】

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第 1, 第 2 のバイポーラトランジスタと、
電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第 3 のバイポー

ラトランジスタ及び第1のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと前記第1のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第1の抵抗と、

コレクタが前記第1のバイポーラトランジスタのベースに接続され、ベースが前記第2のバイポーラトランジスタ及び前記第1のダイオード接続バイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタが接地電位ノードに接続された第4のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと前記第1のバイポーラトランジスタのエミッタとの間に接続された第5のバイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと前記第5のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第2の抵抗と、

前記第5のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第3の抵抗及び第6のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと前記第6のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第7のバイポーラトランジスタと、

前記第7のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第4の抵抗と、

制御電位ノードと前記第7のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第5の抵抗と、

前記第7のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第2、第3のダイオード接続バイポーラトランジスタと、
を備えていることを特徴とするバイアス電流供給回路。

【請求項4】

前記第1のバイポーラトランジスタのベースと前記第1の抵抗との接続ノードと前記第3のバイポーラトランジスタのベースとの間に挿入接続された第6の抵抗と、

前記第1のバイポーラトランジスタのベースと前記第1の抵抗との接続ノードと前記第4のバイポーラトランジスタのコレクタとの間に挿入接続された第7の抵抗と、

をさらに備えていることを特徴とする請求項 3 に記載のバイアス電流供給回路。

【請求項 5】

信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給するエミッタフォロワを構成する第 1 のバイポーラトランジスタと、

前記第 1 のバイポーラトランジスタに直列接続された第 2 のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、前記第 1 のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、前記第 2 のバイポーラトランジスタにベース電流を供給して、前記第 1 のバイポーラトランジスタのエミッタから供給される前記ベースバイアス電流の一部を前記第 2 のバイポーラトランジスタに流すことにより、環境温度上昇に伴う前記ベースバイアス電流の増加を抑制するバイアス電流補償回路と、
を備えていることを特徴とするバイアス電流供給回路。

【請求項 6】

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第 1, 第 2 のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して前記第 1 のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して前記第 2 のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御することによって、前記第 1 のバイポーラトランジスタのエミッタから供給される信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を制御するバイアス電流補償回路と、

を備えていることを特徴とするバイアス電流供給回路。

【請求項 7】

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第 1, 第 2 のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第3のバイポーラトランジスタ及び第1のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと前記第1のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第1の抵抗と、

コレクタが前記第1のバイポーラトランジスタのベースに接続され、ベースが前記第2のバイポーラトランジスタ及び前記第1のダイオード接続バイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタが接地電位ノードに接続された第4のバイポーラトランジスタと、

前記第1のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第5のバイポーラトランジスタと、

コレクタが電源電位ノードに接続され、エミッタが前記第5のバイポーラトランジスタのベースに接続された第6のバイポーラトランジスタと、

前記第6のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第2の抵抗と、

制御電位ノードと前記第6のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第3の抵抗と、

前記第6のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第4の抵抗及び第2、第3のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

を備えていることを特徴とするバイアス電流供給回路。

【請求項8】

前記第1のバイポーラトランジスタのベースと前記第1の抵抗との接続ノードと前記第3のバイポーラトランジスタのベースとの間に挿入接続された第5の抵抗と、

前記第1のバイポーラトランジスタのベースと前記第1の抵抗との接続ノードと前記第4のバイポーラトランジスタのコレクタとの間に挿入接続された第6の抵抗と、

をさらに備えていることを特徴とする請求項7に記載のバイアス電流供給回路。

【請求項9】

制御電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1の抵抗及び第1のバイポーラトランジスタと、

コレクタが電源電位ノードに接続され、ベースが前記第1のバイポーラトランジスタのコレクタに接続され、エミッタが前記第1のバイポーラトランジスタのベースに接続された第2のバイポーラトランジスタと、

前記第2のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第2の抵抗と、

コレクタが電源電位ノードに接続され、ベースが前記第1のバイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタから信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給する第3のバイポーラトランジスタと、

前記第3のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続されたダイオード接続バイポーラトランジスタと、

前記第3のバイポーラトランジスタのエミッタと前記ダイオード接続バイポーラトランジスタのコレクタとの接続ノードと制御電位ノードとの間に接続された第3の抵抗と、

を備えていることを特徴とするバイアス電流供給回路。

【請求項10】

前記ダイオード接続バイポーラトランジスタのベース・コレクタ間に挿入接続された第4の抵抗と、

前記第2のバイポーラトランジスタのベースと前記第1のバイポーラトランジスタのコレクタとの間に挿入接続された第5の抵抗と、

をさらに備えていることを特徴とする請求項9に記載のバイアス電流供給回路。

【請求項11】

信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を協働して供給する2個のエミッタフォロワを構成する第1、第2のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、前記第1のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、前記第2のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する逆温度特性回路と、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが前記第 1 及び第 2 のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに入力され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、
を備えていることを特徴とする増幅回路。

【請求項 12】

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第 1 のバイポーラトランジスタ及び抵抗と、

前記第 1 のバイポーラトランジスタに並列接続された第 2 のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して前記第 1 のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、前記制御電圧を供給されて動作して前記第 2 のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する逆温度特性回路と、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが前記第 1 及び第 2 のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに入力され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、
を備えていることを特徴とする増幅回路。

【請求項 13】

前記信号増幅用バイポーラトランジスタのベースと前記第 1 及び第 2 のバイポーラトランジスタのエミッタとの間に挿入接続されたチョークインダクタをさらに備えていることを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の増幅回路。

【請求項 14】

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第 1、第 2 のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第 3 のバイポー

ラトランジスタ及び第 1 のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと前記第 1 のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第 1 の抵抗と、

コレクタが前記第 1 のバイポーラトランジスタのベースに接続され、ベースが前記第 2 のバイポーラトランジスタ及び前記第 1 のダイオード接続バイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタが接地電位ノードに接続された第 4 のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと前記第 1 のバイポーラトランジスタのエミッタとの間に接続された第 5 のバイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと前記第 5 のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第 2 の抵抗と、

前記第 5 のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第 3 の抵抗及び第 6 のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと前記第 6 のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第 7 のバイポーラトランジスタと、

前記第 7 のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第 4 の抵抗と、

制御電位ノードと前記第 7 のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第 5 の抵抗と、

前記第 7 のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第 2, 第 3 のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが前記第 1 及び第 5 のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに入力され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、

を備えていることを特徴とする増幅回路。

【請求項 15】

前記第 1 のバイポーラトランジスタのベースと前記第 1 の抵抗との接続ノードと前記第 3 のバイポーラトランジスタのベースとの間に挿入接続された第 6 の抵

抗と、

前記第 1 のバイポーラトランジスタのベースと前記第 1 の抵抗との接続ノードと前記第 4 のバイポーラトランジスタのコレクタとの間に挿入接続された第 7 の抵抗と、

をさらに備えていることを特徴とする請求項 14 に記載の増幅回路。

【請求項 16】

前記信号増幅用バイポーラトランジスタのベースと前記第 1 及び第 5 のバイポーラトランジスタのエミッタとの間に挿入接続されたチョークインダクタをさらに備えていることを特徴とする請求項 14 又は 15 に記載の増幅回路。

【請求項 17】

信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給するエミッタフォロワを構成する第 1 のバイポーラトランジスタと、

前記第 1 のバイポーラトランジスタに直列接続された第 2 のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、前記第 1 のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、前記第 2 のバイポーラトランジスタにベース電流を供給して、前記第 1 のバイポーラトランジスタのエミッタから供給される前記ベースバイアス電流の一部を前記第 2 のバイポーラトランジスタに流すことにより、環境温度上昇に伴う前記ベースバイアス電流の増加を抑制するバイアス電流補償回路と、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが前記第 1 のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに入力され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、

を備えていることを特徴とする増幅回路。

【請求項 18】

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第 1, 第 2 のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して前記第1のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して前記第2のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御することによって、前記第1のバイポーラトランジスタのエミッタから供給される信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を制御するバイアス電流補償回路と、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが前記第1のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに輸入され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、

を備えていることを特徴とする増幅回路。

【請求項19】

前記信号増幅用バイポーラトランジスタのベースと前記第1のバイポーラトランジスタのエミッタとの間に挿入接続されたチョークインダクタをさらに備えていることを特徴とする請求項17又は18に記載の増幅回路。

【請求項20】

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1、第2のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第3のバイポーラトランジスタ及び第1のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと前記第1のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第1の抵抗と、

コレクタが前記第1のバイポーラトランジスタのベースに接続され、ベースが前記第2のバイポーラトランジスタ及び前記第1のダイオード接続バイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタが接地電位ノードに接続された第4のバイポーラトランジスタと、

前記第1のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続

された第5のバイポーラトランジスタと、

コレクタが電源電位ノードに接続され、エミッタが前記第5のバイポーラトランジスタのベースに接続された第6のバイポーラトランジスタと、

前記第6のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第2の抵抗と、

制御電位ノードと前記第6のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第3の抵抗と、

前記第6のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第4の抵抗及び第2、第3のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが前記第1のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに輸入され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、

を備えていることを特徴とする増幅回路。

【請求項 21】

前記第1のバイポーラトランジスタのベースと前記第1の抵抗との接続ノードと前記第3のバイポーラトランジスタのベースとの間に挿入接続された第5の抵抗と、

前記第1のバイポーラトランジスタのベースと前記第1の抵抗との接続ノードと前記第4のバイポーラトランジスタのコレクタとの間に挿入接続された第6の抵抗と、

をさらに備えていることを特徴とする請求項20に記載の増幅回路。

【請求項 22】

前記信号増幅用バイポーラトランジスタのベースと前記第1のバイポーラトランジスタのエミッタとの間に挿入接続されたチョークインダクタをさらに備えていることを特徴とする請求項20又は21に記載の増幅回路。

【請求項 23】

制御電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1の抵抗及び

第 1 のバイポーラトランジスタと、

コレクタが電源電位ノードに接続され、ベースが前記第 1 のバイポーラトランジスタのコレクタに接続され、エミッタが前記第 1 のバイポーラトランジスタのベースに接続された第 2 のバイポーラトランジスタと、

前記第 2 のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第 2 の抵抗と、

コレクタが電源電位ノードに接続され、ベースが前記第 1 のバイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタから信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給する第 3 のバイポーラトランジスタと、

前記第 3 のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続されたダイオード接続バイポーラトランジスタと、

前記第 3 のバイポーラトランジスタのエミッタと前記ダイオード接続バイポーラトランジスタのコレクタとの接続ノードと制御電位ノードとの間に接続された第 3 の抵抗と、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが前記第 3 のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに入力され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、

を備えていることを特徴とする増幅回路。

【請求項 2 4】

前記ダイオード接続バイポーラトランジスタのベース・コレクタ間に挿入接続された第 4 の抵抗と、

前記第 2 のバイポーラトランジスタのベースと前記第 1 のバイポーラトランジスタのコレクタとの間に挿入接続された第 5 の抵抗と、

をさらに備えていることを特徴とする請求項 2 3 に記載の増幅回路。

【請求項 2 5】

前記信号増幅用バイポーラトランジスタのベースと前記第 3 のバイポーラトランジスタのエミッタとの間に挿入接続されたチョークインダクタをさらに備えていることを特徴とする請求項 2 3 又は 2 4 に記載の増幅回路。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、バイアス電流供給回路及びこれを備えた増幅回路に係り、特に、バイポーラトランジスタを用いて構成され、低電源電圧により動作する高効率高出力増幅回路と、その増幅回路に付加されるバイアス電流供給回路に関する。

【0002】**【従来の技術】**

バイポーラトランジスタを用いて構成され、低電源電圧により動作する高効率高出力増幅回路は、コレクタ電流が温度変動によって大きな影響を受けることから、ダイオード接続バイポーラトランジスタを用いて構成されたカレントミラー回路によりベースバイアス電流を供給する。

【0003】

図11は、従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路の第1の例の回路図である。

【0004】

図11に示すカレントミラー回路は、最も簡単な構成のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路であり、制御電圧 V_{con} が供給される制御電位ノードと接地電位ノードとの間に直列接続された抵抗 R 及びダイオード接続バイポーラトランジスタ Q により構成され、抵抗 R とトランジスタ Q のコレクタとの接続ノード OUT からベースバイアス電流を供給する。

【0005】

一方、広範囲な出力ダイナミックレンジ及び利得の線形性を有する高効率な増幅器は、バイアス条件をB級にしてアイドル電流を絞ることにより実現するが、実際には、素子の相互コンダクタンスの非線型性により、利得の変動による歪みが大きくなるので、アイドル電流をある程度流すAB級の設定を行うことにより広範囲な出力ダイナミックレンジにおいて利得の線形性を維持している。

【0006】

バイポーラトランジスタを用いて構成されたAB級増幅回路は、平均コレクタ

電流が出力レベルの上昇に応じて増加するので、バイアス回路もそれに依りて平均ベース電流の増加分を十分に供給しなければならないが、図 11 に示すダイオード接続バイポーラトランジスタにより構成されたカレントミラー回路では、十分な電流を供給することができない。

【0007】

そこで、出力インピーダンスを低下させるために、エミッタフォロワ回路を介してベース電流を供給するカレントミラー回路が広く用いられている。

【0008】

図 12 は、従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路の第 2 の例の回路図である。

【0009】

図 12 に示す従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路は、制御電圧 V_{con} が供給される制御電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された抵抗 R_1 及びダイオード接続バイポーラトランジスタ Q_2 、 Q_1 と、電源電圧 V_{cc} が供給される電源電位ノードにコレクタが接続され、トランジスタ Q_2 のコレクタにベースが接続されたバイポーラトランジスタ Q_3 と、トランジスタ Q_3 のエミッタと接地電位ノードとの間に接続された抵抗 R_2 とにより構成され、トランジスタ Q_3 のエミッタと抵抗 R_2 との接続ノード OUT からベースバイアス電流を供給する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図 12 に示す従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路では、バイポーラトランジスタが 2 段直列接続された構成となるので、制御電圧 V_{con} をトランジスタのオン電圧 V_{beon} の 2 倍の電圧よりも十分に高くしておかなければ、対応を要求される温度変化に対するバイアス電流の変動の補償を維持することができない。

【0011】

ところが、携帯電話のような制御電圧の低いシステムにおいて制御電圧 V_{con} を高くすることは、技術の進歩の流れに反し、問題である。特に、CDMA 方式

の通信システムのように、広範囲の出力ダイナミックレンジにおいて線形的な動作を要求されるシステムにおいては、低出力時に影響の大きいアイドル電流の温度変化による変動は問題となる。

【0012】

上記問題への対策として、1段分のオン電圧 V_{beon} によりオンするトランジスタを付加した複合型バイアス電流供給回路が提案されている。

【0013】

図13は、従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路の第3の例の回路図である。

【0014】

図13に示す従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路は、制御電圧 V_{con} が供給される制御電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された抵抗 R_1 及びダイオード接続バイポーラトランジスタ Q_2 、 Q_1 と、電源電圧 V_{cc} が供給される電源電位ノードにコレクタが接続され、トランジスタ Q_2 のコレクタにベースが接続されたバイポーラトランジスタ Q_4 と、制御電位ノードとトランジスタ Q_4 のエミッタとの間に接続された抵抗 R_2 と、トランジスタ Q_4 のエミッタと接地電位ノードとの間に接続されたダイオード接続バイポーラトランジスタ Q_3 とから構成され、トランジスタ Q_4 のエミッタとトランジスタ Q_3 のコレクタとの接続ノードからベースバイアス電流を供給する。

【0015】

ベースバイアス電流は、チョークインダクタ L を介して、RF信号増幅用バイポーラトランジスタ $RFTr$ のベースに供給される。トランジスタ $RFTr$ は、電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続されており、トランジスタ $RFTr$ のベースには、キャパシタ C を介して入力RF信号 RF_{in} が入力され、トランジスタ $RFTr$ のコレクタから出力RF信号 RF_{out} が出力される。

【0016】

図14は、図13に示す従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路を用いた場合における制御電圧 V_{con} に対するRF信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度特性を示すグラフである。具体的には、グ

ラフ T1, T2, T3 が、それぞれ環境温度 90℃、30℃、-30℃における温度特性を示している。

【0017】

図 13 に示す従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路を用いた場合、制御電圧 V_{con} を例えば 2.8 V といった低電圧に設定したとすると、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流は、環境温度 -30℃、30℃、90℃において、それぞれ 27 mA, 35 mA, 45 mA となっている。この電流変動幅は、図 12 に示す従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路を用いた場合よりも縮小され改善されている。

【0018】

しかし、図 13 に示す従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路を用いた場合においては、出力インピーダンスを低減するために十分な電流がトランジスタ Q4 に流れている必要があるので、まだ、電流変動幅が十分に縮小されているとは言えない。

【0019】

また、バイアス電流供給回路の出力インピーダンスが低いために RF 信号がバイアス電流供給回路に漏れてきてしまうので、図 13 に示すように、バイアス電流供給回路の出力ノードと RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr との間に、RF 信号を阻止するためのチョークインダクタ L が必要不可欠となる。

【0020】

本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、バイポーラトランジスタを用いて構成され、低電源電圧により動作する線形高効率高出力増幅回路におけるコレクタ電流の温度変化による変動を抑制することが可能なバイアス電流供給回路及びこれを備えた増幅回路を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路の基本構成によれば、信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を協働して供給する 2 個のエミッタフォロワを構成する第 1, 第 2 のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、上記第1のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、上記第2のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する逆温度特性回路と、
を備えていることを特徴とする。

【0022】

本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路の基本構成の他の観点によれば、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1のバイポーラトランジスタ及び抵抗と、

上記第1のバイポーラトランジスタに並列接続された第2のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して上記第1のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、上記制御電圧を供給されて動作して上記第2のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する逆温度特性回路とを備え、

共通接続された上記第1及び第2のバイポーラトランジスタのエミッタから信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給することを特徴とする。

【0023】

本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路の具体的構成によれば、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1、第2のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第3のバイポーラトランジスタ及び第1のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと上記第1のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続さ

れた第1の抵抗と、

コレクタが上記第1のバイポーラトランジスタのベースに接続され、ベースが上記第2のバイポーラトランジスタ及び上記第1のダイオード接続バイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタが接地電位ノードに接続された第4のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタとの間に接続された第5のバイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと上記第5のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第2の抵抗と、

上記第5のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第3の抵抗及び第6のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと上記第6のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第7のバイポーラトランジスタと、

上記第7のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第4の抵抗と、

制御電位ノードと上記第7のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第5の抵抗と、

上記第7のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第2、第3のダイオード接続バイポーラトランジスタと、
を備えていることを特徴とする。

【0024】

本発明の第2の実施の形態に係るバイアス電流供給回路の基本構成によれば、
信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給するエミッタフォロワを構成する第1のバイポーラトランジスタと、

上記第1のバイポーラトランジスタに直列接続された第2のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、上記第1のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、上記第2のバイポ

ーラトランジスタにベース電流を供給して、上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタから供給される上記ベースバイアス電流の一部を上記第2のバイポーラトランジスタに流すことにより、環境温度上昇に伴う上記ベースバイアス電流の増加を抑制するバイアス電流補償回路と、
を備えていることを特徴とする。

【0025】

本発明の第2の実施の形態に係るバイアス電流供給回路の基本構成の他の観点によれば、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1、第2のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して上記第1のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して上記第2のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御することによって、上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタから供給される信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を制御するバイアス電流補償回路と、

を備えていることを特徴とする。

【0026】

本発明の第2の実施の形態に係るバイアス電流供給回路の具体的構成によれば、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1、第2のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第3のバイポーラトランジスタ及び第1のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと上記第1のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第1の抵抗と、

コレクタが上記第1のバイポーラトランジスタのベースに接続され、ベースが

上記第2のバイポーラトランジスタ及び上記第1のダイオード接続バイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタが接地電位ノードに接続された第4のバイポーラトランジスタと、

上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第5のバイポーラトランジスタと、

コレクタが電源電位ノードに接続され、エミッタが上記第5のバイポーラトランジスタのベースに接続された第6のバイポーラトランジスタと、

上記第6のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第2の抵抗と、

制御電位ノードと上記第6のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第3の抵抗と、

上記第6のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第4の抵抗及び第2、第3のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

を備えていることを特徴とする。

【0027】

本発明の第3の実施の形態に係るバイアス電流供給回路によれば、

制御電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1の抵抗及び第1のバイポーラトランジスタと、

コレクタが電源電位ノードに接続され、ベースが上記第1のバイポーラトランジスタのコレクタに接続され、エミッタが上記第1のバイポーラトランジスタのベースに接続された第2のバイポーラトランジスタと、

上記第2のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第2の抵抗と、

コレクタが電源電位ノードに接続され、ベースが上記第1のバイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタから信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給する第3のバイポーラトランジスタと、

上記第3のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続されたダイオード接続バイポーラトランジスタと、

上記第3のバイポーラトランジスタのエミッタと上記ダイオード接続バイポーラトランジスタのコレクタとの接続ノードと制御電位ノードとの間に接続された第3の抵抗と、
を備えていることを特徴とする。

【0028】

本発明の第1の実施の形態に係る増幅回路の基本構成によれば、
信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を協働して供給する2個のエミッタフォロワを構成する第1、第2のバイポーラトランジスタと、
温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、上記第1のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する通常温度特性回路と、
温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、上記第2のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する逆温度特性回路と、
電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが上記第1及び第2のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに入力され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、
を備えていることを特徴とする。

【0029】

本発明の第1の実施の形態に係る増幅回路の基本構成の他の観点によれば、
電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1のバイポーラトランジスタ及び抵抗と、
上記第1のバイポーラトランジスタに並列接続された第2のバイポーラトランジスタと、
温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して上記第1のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する通常温度特性回路と、
温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、上記制御電圧を供給されて動作して上記第2のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する逆温度特性回路と、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが上記第1及び第2のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに入力され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、
を備えていることを特徴とする。

【0030】

本発明の第1の実施の形態に係る増幅回路の具体的構成によれば、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1、第2のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第3のバイポーラトランジスタ及び第1のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと上記第1のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第1の抵抗と、

コレクタが上記第1のバイポーラトランジスタのベースに接続され、ベースが上記第2のバイポーラトランジスタ及び上記第1のダイオード接続バイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタが接地電位ノードに接続された第4のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタとの間に接続された第5のバイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと上記第5のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第2の抵抗と、

上記第5のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第3の抵抗及び第6のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと上記第6のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第7のバイポーラトランジスタと、

上記第7のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第4の抵抗と、

制御電位ノードと上記第7のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第5の抵抗と、

上記第7のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第2, 第3のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが上記第1及び第5のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに入力され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、
を備えていることを特徴とする。

【0031】

本発明の第2の実施の形態に係る増幅回路の基本構成によれば、

信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給するエミッタフォロワを構成する第1のバイポーラトランジスタと、

上記第1のバイポーラトランジスタに直列接続された第2のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、上記第1のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、上記第2のバイポーラトランジスタにベース電流を供給して、上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタから供給される上記ベースバイアス電流の一部を上記第2のバイポーラトランジスタに流すことにより、環境温度上昇に伴う上記ベースバイアス電流の増加を抑制するバイアス電流補償回路と、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに入力され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、

を備えていることを特徴とする。

【0032】

本発明の第2の実施の形態に係る増幅回路の基本構成の他の観点によれば、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1, 第2のバイポーラトランジスタと、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して上記第1のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御する通常温度特性回路と、

温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧を供給されて動作して上記第2のバイポーラトランジスタに供給するベース電流を制御することによって、上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタから供給される信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を制御するバイアス電流補償回路と、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースに入力され、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、

を備えていることを特徴とする。

【0033】

本発明の第2の実施の形態に係る増幅回路の具体的構成によれば、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1、第2のバイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第3のバイポーラトランジスタ及び第1のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

制御電位ノードと上記第1のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第1の抵抗と、

コレクタが上記第1のバイポーラトランジスタのベースに接続され、ベースが上記第2のバイポーラトランジスタ及び上記第1のダイオード接続バイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタが接地電位ノードに接続された第4のバイポーラトランジスタと、

上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第5のバイポーラトランジスタと、

コレクタが電源電位ノードに接続され、エミッタが上記第5のバイポーラトランジスタのベースに接続された第6のバイポーラトランジスタと、

上記第6のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第2の抵抗と、

制御電位ノードと上記第6のバイポーラトランジスタのベースとの間に接続された第3の抵抗と、

上記第6のバイポーラトランジスタのベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第4の抵抗及び第2、第3のダイオード接続バイポーラトランジスタと、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースにされ、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、

を備えていることを特徴とする。

【0034】

本発明の第3の実施の形態に係る増幅回路によれば、

制御電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1の抵抗及び第1のバイポーラトランジスタと、

コレクタが電源電位ノードに接続され、ベースが上記第1のバイポーラトランジスタのコレクタに接続され、エミッタが上記第1のバイポーラトランジスタのベースに接続された第2のバイポーラトランジスタと、

上記第2のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第2の抵抗と、

コレクタが電源電位ノードに接続され、ベースが上記第1のバイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタから信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給する第3のバイポーラトランジスタと、

上記第3のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続されたダイオード接続バイポーラトランジスタと、

上記第3のバイポーラトランジスタのエミッタと上記ダイオード接続バイポーラトランジスタのコレクタとの接続ノードと制御電位ノードとの間に接続された第3の抵抗と、

電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが上記第3のバイポーラトランジスタのエミッタに接続され、キャパシタを介して入力信号がベースにされ、出力信号がコレクタから出力される信号増幅用バイポーラトランジスタと、
を備えていることを特徴とする。

【0035】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0036】

図1は、本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の基本構成を示す回路図である。

【0037】

本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路は、電源電圧 V_{cc} が供給される電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1のバイポーラトランジスタ Q_1 及び抵抗 R と、第1のバイポーラトランジスタ Q_1 に並列接続された第2のバイポーラトランジスタ Q_2 と、温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧 V_{con} を供給されて動作して第1のバイポーラトランジスタ Q_1 に供給するベース電流を制御する通常温度特性回路1と、温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、制御電圧 V_{con} を供給されて動作して第2のバイポーラトランジスタ Q_2 に供給するベース電流を制御する逆温度特性回路2とを備えており、第1及び第2のバイポーラトランジスタ Q_1 、 Q_2 と抵抗 R との接続ノード、即ち、共通接続された第1及び第2のバイポーラトランジスタ Q_1 、 Q_2 のエミッタから、RF信号増幅用バイポーラトランジスタ $RFTr$ のベースバイアス電流を供給する。

【0038】

増幅回路は、電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが第1及び第2のバイポーラトランジスタ Q_1 、 Q_2 のエミッタに接続され、キャパシタ C を介して入力RF信号 RF_{in} がベースにされ、出力RF信号 RF_{out}

がコレクタから出力される RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ $RF T_r$ により構成される。

【0039】

尚、図 1 に示す構成においては、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ $RF T_r$ のベースと第 1 及び第 2 のバイポーラトランジスタ Q_1 、 Q_2 のエミッタとの間に、RF 信号を阻止するためのチョークインダクタ L が挿入接続されているが、チョークインダクタ L を配設するか否かは任意であり、チョークインダクタ L を除去して短絡してもよい。

【0040】

上述の構成を換言すると、本発明の第 1 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路は、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ $RF T_r$ のベースバイアス電流を協働して供給する 2 個のエミッタフォロワを構成する第 1、第 2 のバイポーラトランジスタ Q_1 、 Q_2 と、温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、第 1 のバイポーラトランジスタ Q_1 にベース電流を供給する通常温度特性回路 1 と、温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、第 2 のバイポーラトランジスタ Q_2 にベース電流を供給する逆温度特性回路 2 とを備えている。

【0041】

本発明の第 1 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路においては、環境温度が上昇すると、通常温度特性回路 1 から第 1 のバイポーラトランジスタ Q_1 へ供給されるベース電流が増加するので、第 1 のバイポーラトランジスタ Q_1 のエミッタ電流が増加する一方、逆温度特性回路 2 から第 2 のバイポーラトランジスタ Q_2 へ供給されるベース電流は減少するので、第 2 のバイポーラトランジスタ Q_2 のエミッタ電流は減少する。

【0042】

逆に、環境温度が低下すると、通常温度特性回路 1 から第 1 のバイポーラトランジスタ Q_1 へ供給されるベース電流が減少するので、第 1 のバイポーラトランジスタ Q_1 のエミッタ電流が減少する一方、逆温度特性回路 2 から第 2 のバイポーラトランジスタ Q_2 へ供給されるベース電流は増加するので、第 2 のバイポー

ラトランジスタ Q2 のエミッタ電流は増加する。

【0043】

従って、第1、第2のバイポーラトランジスタ Q1、Q2 により構成される2個のエミッタフォロワが協働して供給する RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFT r のベースバイアス電流の温度変化による変動は相殺され、結果として、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFT r のコレクタバイアス電流の温度変化による変動は最小限に抑制される。

【0044】

また、後述するように、通常温度特性回路1及び逆温度特性回路2は、それぞれ、1段分のオン電圧 V_{beon} によってオンするバイポーラトランジスタの組み合わせにより構成することができるので、本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路における制御電圧 V_{con} は低電圧化することが可能である。

【0045】

図2は、本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の具体的構成の一例を示す回路図である。

【0046】

本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路は、電源電圧 V_{cc} が供給される電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続されたバイポーラトランジスタ Q1、Q6 と、電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続されたバイポーラトランジスタ Q3 及びダイオード接続バイポーラトランジスタ Q5 と、制御電圧 V_{con} が供給される制御電位ノードとトランジスタ Q1 のベースとの間に接続された抵抗 R1 と、トランジスタ Q1 のベースと抵抗 R1 との接続ノードとトランジスタ Q3 のベースとの間に接続された抵抗 R2 と、トランジスタ Q1 のベースに一端が接続された抵抗 R3 と、コレクタが抵抗 R3 の他端に接続され、ベースがトランジスタ Q5、Q6 のベースに共通接続され、エミッタが接地電位ノードに接続されたバイポーラトランジスタ Q4 と、電源電位ノードとトランジスタ Q1 のエミッタとの間に接続されたバイポーラトランジスタ Q2 と、制御電位ノードとトランジスタ Q2 のベースとの間に接続された抵抗 R4 と、トランジスタ Q2 のベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続され

た抵抗 R 5 及びバイポーラトランジスタ Q 7 と、電源電位ノードとトランジスタ Q 7 のベースとの間に接続されたバイポーラトランジスタ Q 8 と、トランジスタ Q 8 のエミッタと接地電位ノードとの間に接続された抵抗 R 6 と、制御電位ノードとトランジスタ Q 8 のベースとの間に接続された抵抗 R 7 と、トランジスタ Q 8 のベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続されたダイオード接続バイポーラトランジスタ Q 9, Q 10 とを備えている。

【0047】

増幅回路は、電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースがトランジスタ Q 1, Q 2 のエミッタに接続され、キャパシタ C を介して入力 RF 信号 RF in がベースに入力され、出力 RF 信号 RF out がコレクタから出力される RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RF T r により構成される。

【0048】

尚、図 2 に示す構成においては、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RF T r のベースとトランジスタ Q 1, Q 2 のエミッタとの間に、RF 信号を阻止するためのチョークインダクタ L が挿入接続されているが、チョークインダクタ L を配設するか否かは任意であり、チョークインダクタ L を除去して短絡してもよい。

【0049】

また、図 2 に示す本発明の第 1 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路に含まれている抵抗 R 2, R 3 も、バイアス電流供給回路への RF 信号のリークを阻止するためのものであるので、抵抗 R 2, R 3 を配設するか否かは任意であり、抵抗 R 2, R 3 をそれぞれ除去して短絡してもよい。

【0050】

トランジスタ Q 3, Q 4, Q 5, Q 6 及び抵抗 R 1, R 2, R 3 から構成される回路は、図 1 における通常温度特性回路 1 に相当し、これにエミッタフォロワであるトランジスタ Q 1 を加えた回路は、通常の温度特性を有するバイアス電流供給回路 A を構成する。

【0051】

バイアス電流供給回路 A は通常の温度特性を有するので、エミッタフォロワで

あるトランジスタQ1は、環境温度が上昇すると、RF信号増幅用バイポーラトランジスタRFTrに供給するベースバイアス電流を増加させ、環境温度が低下すると、ベースバイアス電流を減少させる。

【0052】

トランジスタQ3, Q4, Q5は、トランジスタQ1のベース電位を設定するためのカレントミラー回路を構成する。トランジスタQ6は、トランジスタQ1の電流値を設定するためのトランジスタであり、そのベース電位は、トランジスタQ3, Q4, Q5により構成されるカレントミラー回路から供給されている。

【0053】

抵抗R1は、トランジスタQ3の電流値を設定し、抵抗R2, R3は、上述のように、バイアス電流供給回路へのRF信号のリークを阻止する。

【0054】

制御電圧Vconにより、電源電位ノードから供給されるトランジスタQ1のコレクタ電流及びRF信号増幅用バイポーラトランジスタRFTrのコレクタ電流が決定される。

【0055】

トランジスタQ7, Q8, Q9, Q10及び抵抗R4, R5, R6, R7から構成される回路は、図1における逆温度特性回路2に相当し、これにエミッタフォロワであるトランジスタQ2を加えた回路は、通常とは逆の温度特性を有するバイアス電流供給回路Bを構成する。

【0056】

バイアス電流供給回路Bは通常とは逆の温度特性を有するので、エミッタフォロワであるトランジスタQ2は、環境温度が上昇すると、RF信号増幅用バイポーラトランジスタRFTrに供給するベースバイアス電流を減少させ、環境温度が低下すると、ベースバイアス電流を増加させる。

【0057】

トランジスタQ2のベース電位は、トランジスタQ7のコレクタ電流と抵抗R7とによって設定される。

【0058】

トランジスタ Q 8, Q 9, Q 10 及び抵抗 R 5, R 6 から構成される回路は、トランジスタ Q 7 のベース電位を設定するための回路である。

【0059】

個々のバイポーラトランジスタは通常の温度特性を有するので、トランジスタ Q 7 に流れるコレクタ電流は、環境温度の上昇に従って増加する一方、環境温度の低下に従って減少する。他方、エミッタフォロワであるトランジスタ Q 2 のベース電位は、抵抗 R 4 による電圧降下によって決定される。従って、環境温度が上昇すると、トランジスタ Q 2 のベース電位は大きく低下する一方、環境温度が低下すると、トランジスタ Q 2 のベース電位は上昇する。

【0060】

その結果、エミッタフォロワであるトランジスタ Q 2 は、低温時には、R F 信号増幅用バイポーラトランジスタ R F T r に十分なベースバイアス電流を供給するが、高温時には、ベースバイアス電流を供給できなくなる。

【0061】

従って、トランジスタ Q 1, Q 2 により構成される 2 個のエミッタフォロワが協働して供給する R F 信号増幅用バイポーラトランジスタ R F T r のベースバイアス電流の温度変化による変動は相殺され、結果として、R F 信号増幅用バイポーラトランジスタ R F T r のコレクタバイアス電流の温度変化による変動は最小限に抑制される。

【0062】

また、バイアス電流供給回路 A 及びバイアス電流供給回路 B は、それぞれ、1 段分のオン電圧 V_{beon} によってオンするバイポーラトランジスタの組み合わせにより構成されているので、本発明の第 1 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路における制御電圧 V_{con} は低電圧化することが可能である。

【0063】

図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いた場合における制御電圧 V_{con} に対する R F 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度特性を示すグラフである。また、図 4 は、本発明の第 1 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路のうちバイアス電流供給回路 A のみを

用いた場合における制御電圧 V_{con} に対する RF 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度特性を示すグラフである。図 3 及び図 4 において、グラフ T1, T2, T3 が、それぞれ環境温度 80℃、30℃、-20℃における温度特性を示している。

【0064】

ここで使用したバイポーラトランジスタは、インジウム・ガリウム・リン／ガリウム・ヒ素 (InGaP/GaAs) ヘテロ接合バイポーラトランジスタであり、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr はエミッタサイズ $4 \times 30 \mu m$ のものを 48 本、バイアス電流供給回路においては、トランジスタ Q1 はエミッタサイズ $4 \times 30 \mu m$ のものを 8 本、トランジスタ Q2 はエミッタサイズ $4 \times 30 \mu m$ のものを 6 本、トランジスタ Q6 はエミッタサイズ $4 \times 30 \mu m$ のものを 2 本、トランジスタ Q2, Q3, Q4, Q5, Q7, Q8, Q9, Q10 がエミッタサイズ $4 \times 10 \mu m$ のものを各 1 本、それぞれ用いている。

【0065】

また、各抵抗の抵抗値は、抵抗 R1 が 600 Ω 、抵抗 R2 が 1000 Ω 、抵抗 R3 が 100 Ω 、抵抗 R4 が 1000 Ω 、抵抗 R5 が 600 Ω 、抵抗 R6 が 17000 Ω 、抵抗 R7 が 2000 Ω 、抵抗 R8 が 200 Ω である。

【0066】

電源電圧 V_{cc} は 3.4 V であり、制御電圧 V_{con} は 2.0 V から 3.0 V までの範囲において可変である。但し、上記各設定値は、制御電圧 V_{con} を 2.8 V に設定することを想定して、設定されている。

【0067】

図 3 のグラフに示すように、本発明の第 1 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いた場合、制御電圧 V_{con} を 2.8 V に設定すると、各環境温度における RF 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流は、46 mA, 42 mA, 45 mA と、ほとんど変化していないことが分かる。また、制御電圧 V_{con} が変動しても、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の変動は比較的小さく抑制されていることが分かる。

【0068】

一方、図4のグラフに示すように、本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路のうちバイアス電流供給回路Aのみを用いた場合、制御電圧 V_{con} を2.8Vに設定したときの各環境温度におけるRF信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流は、75mA、52mA、30mAと、大きく変化していることが分かる。

【0069】

即ち、本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いると、RF信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度変化による変動を最小限に抑制できることが分かる。

【0070】

図5は、本発明の第2の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の基本構成を示す回路図である。

【0071】

本発明の第2の実施の形態に係るバイアス電流供給回路は、電源電圧 V_{cc} が供給される電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1のバイポーラトランジスタ Q_1 及び第2のバイポーラトランジスタ Q_2 と、温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧 V_{con} を供給されて動作して第1のバイポーラトランジスタ Q_1 に供給するベース電流を制御する通常温度特性回路1と、温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、制御電圧 V_{con} を供給されて動作して第2のバイポーラトランジスタ Q_2 に供給するベース電流を制御することによって、第1のバイポーラトランジスタ Q_1 のエミッタから供給されるバイアス電流を制御するバイアス電流補償回路3とを備えており、第1及び第2のバイポーラトランジスタ Q_1 、 Q_2 の接続ノード、即ち、第1のバイポーラトランジスタ Q_1 のエミッタから、RF信号増幅用バイポーラトランジスタ $RFTr$ のベースバイアス電流を供給する。

【0072】

増幅回路は、電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースが第1のバイポーラトランジスタ Q_1 のエミッタに接続され、キャパシタ C を介して入力RF信号 RF_{in} がベースに inputs され、出力RF信号 RF_{out} がコレクタから

出力される RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr により構成される。

【0073】

尚、図 5 に示す構成においては、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr のベースと第 1 のバイポーラトランジスタ Q1 のエミッタとの間に、RF 信号を阻止するためのチョークインダクタ L が挿入接続されているが、チョークインダクタ L を配設するか否かは任意であり、チョークインダクタ L を除去して短絡してもよい。

【0074】

上述の構成を換言すると、本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路は、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr のベースバイアス電流を供給するエミッタフォロワを構成する第 1 のバイポーラトランジスタ Q1 と、第 1 のバイポーラトランジスタ Q1 に直列接続された第 2 のバイポーラトランジスタ Q2 と、温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、第 1 のバイポーラトランジスタ Q1 にベース電流を供給する通常温度特性回路 1 と、温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、第 2 のバイポーラトランジスタ Q2 にベース電流を供給して、第 1 のバイポーラトランジスタ Q1 のエミッタから供給されるベースバイアス電流の一部を第 2 のバイポーラトランジスタ Q2 に流すことにより、環境温度上昇に伴うベースバイアス電流の増加を抑制するバイアス電流補償回路 3 とを備えている。

【0075】

本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路においては、環境温度が上昇すると、通常温度特性回路 1 から第 1 のバイポーラトランジスタ Q1 へ供給されるベース電流が増加するので、第 1 のバイポーラトランジスタ Q1 のエミッタ電流が増加する一方、バイアス電流補償回路 3 から第 2 のバイポーラトランジスタ Q2 へ供給されるベース電流も増加するので、第 1 のバイポーラトランジスタ Q1 のエミッタ電流のうち第 2 のバイポーラトランジスタ Q2 に流れる電流が増加し、第 1 のバイポーラトランジスタ Q1 のエミッタから供給されるバイアス電流の増加が抑制されることになる。

【0076】

逆に、環境温度が低下すると、通常温度特性回路 1 から第 1 のバイポーラトランジスタ Q 1 へ供給されるベース電流が減少するので、第 1 のバイポーラトランジスタ Q 1 のエミッタ電流が減少する一方、バイアス電流補償回路 3 から第 2 のバイポーラトランジスタ Q 2 へ供給されるベース電流も減少するので、第 1 のバイポーラトランジスタ Q 1 のエミッタ電流のうち第 2 のバイポーラトランジスタ Q 2 に流れる電流が減少し、バイアス電流補償回路 3 及び第 2 のバイポーラトランジスタ Q 2 によるバイアス電流抑制効果がほぼ消滅し、第 1 のバイポーラトランジスタ Q 1 のエミッタ電流の大部分がバイアス電流として供給されることとなる。

【0077】

従って、第 1 のバイポーラトランジスタ Q 1 により構成されるエミッタフォロワが供給する RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr のベースバイアス電流の温度変化による変動は相殺され、結果として、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr のコレクタバイアス電流の温度変化による変動は最小限に抑制される。

【0078】

また、後述するように、通常温度特性回路 1 及びバイアス電流補償回路 3 は、それぞれ、1 段分のオン電圧 V_{beon} によってオンするバイポーラトランジスタの組み合わせにより構成することができるので、本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路における制御電圧 V_{con} は低電圧化することが可能である。

【0079】

図 6 は、本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の具体的構成の一例を示す回路図である。

【0080】

本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路は、電源電圧 V_{cc} が供給される電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続されたバイポーラトランジスタ Q 1、Q 5 と、電源電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続されたバイポーラトランジスタ Q 2 及びダイオード接続バイポーラトラン

ジスタ Q4 と、制御電圧 V_{con} が供給される制御電位ノードとトランジスタ Q1 のベースとの間に接続された抵抗 R1 と、トランジスタ Q1 のベースと抵抗 R1 との接続ノードとトランジスタ Q2 のベースとの間に接続された抵抗 R2 と、トランジスタ Q1 のベースに一端が接続された抵抗 R3 と、コレクタが抵抗 R3 の他端に接続され、ベースがトランジスタ Q4, Q5 のベースに共通接続され、エミッタが接地電位ノードに接続されたバイポーラトランジスタ Q3 と、トランジスタ Q1 のエミッタと接地電位ノードとの間に接続されたバイポーラトランジスタ Q6 と、コレクタが電源電位ノードに接続され、エミッタがトランジスタ Q6 のベースに接続されたバイポーラトランジスタ Q7 と、トランジスタ Q7 のエミッタと接地電位ノードとの間に接続された抵抗 R4 と、制御電位ノードとトランジスタ Q7 のベースとの間に接続された抵抗 R5 と、トランジスタ Q7 のベースと接地電位ノードとの間に順に直列接続された抵抗 R6 及びダイオード接続バイポーラトランジスタ Q8, Q9 とを備えている。

【0081】

増幅回路は、電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースがトランジスタ Q1 のエミッタに接続され、キャパシタ C を介して入力 RF 信号 RF_{in} がベースに入力され、出力 RF 信号 RF_{out} がコレクタから出力される RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr により構成される。

【0082】

尚、図 6 に示す構成においては、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr のベースとトランジスタ Q1 のエミッタとの間に、RF 信号を阻止するためのチョークインダクタ L が挿入接続されているが、チョークインダクタ L を配設するか否かは任意であり、チョークインダクタ L を除去して短絡してもよい。

【0083】

また、図 6 に示す本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路に含まれている抵抗 R2, R3 も、バイアス電流供給回路への RF 信号のリークを阻止するためのものであるので、抵抗 R2, R3 を配設するか否かは任意であり、抵抗 R2, R3 をそれぞれ除去して短絡してもよい。

【0084】

トランジスタ Q2, Q3, Q4, Q5 及び抵抗 R1, R2, R3 から構成される回路は、図 5 における通常温度特性回路 1 に相当し、これにエミッタフォロワであるトランジスタ Q1 を加えた回路は、通常の温度特性を有するバイアス電流供給回路 A を構成する。

【0085】

バイアス電流供給回路 A は通常の温度特性を有するので、エミッタフォロワであるトランジスタ Q1 は、環境温度が上昇すると、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr に供給するベースバイアス電流を増加させ、環境温度が低下すると、ベースバイアス電流を減少させる。

【0086】

トランジスタ Q2, Q3, Q4 は、トランジスタ Q1 のベース電位を設定するためのカレントミラー回路を構成する。トランジスタ Q5 は、トランジスタ Q1 の電流値を設定するためのトランジスタであり、そのベース電位は、トランジスタ Q2, Q3, Q4 により構成されるカレントミラー回路から供給されている。

【0087】

抵抗 R1 は、トランジスタ Q2 の電流値を設定し、抵抗 R2, R3 は、上述のように、バイアス電流供給回路への RF 信号のリークを阻止する。

【0088】

制御電圧 Vcon により、電源電位ノードから供給されるトランジスタ Q1 のコレクタ電流及び RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr のコレクタ電流が決定される。

【0089】

トランジスタ Q7, Q8, Q9 及び抵抗 R4, R5, R6 から構成される回路は、図 5 におけるバイアス電流補償回路 3 に相当し、これにトランジスタ Q6 を加えた回路を、ここでは、バイアス電流補償回路 D とする。

【0090】

トランジスタ Q7, Q8, Q9 及び抵抗 R4, R5, R6 から構成される回路は、トランジスタ Q1 に直列に且つトランジスタ Q5 に並列に接続されたトランジスタ Q6 のベース電位を設定するための回路である。

【0091】

個々のバイポーラトランジスタは通常の温度特性を有するので、トランジスタ Q7 に流れるエミッタ電流は、環境温度の上昇に従って増加する一方、環境温度の低下に従って減少する。従って、環境温度が上昇すると、トランジスタ Q6 のベース電位は上昇し、環境温度が低下すると、トランジスタ Q6 のベース電位は低下する。

【0092】

その結果、エミッタフォロワであるトランジスタ Q1 のエミッタ電位は、低温時には相対的に高く維持され、高温時には相対的に大きく低下させられる。

【0093】

即ち、環境温度が上昇すると、エミッタフォロワであるトランジスタ Q1 へ供給されるベース電流が増加するので、トランジスタ Q1 のエミッタ電流が増加する一方、トランジスタ Q1 に直列に且つトランジスタ Q5 に並列に接続されたトランジスタ Q6 へ供給されるベース電流も増加するので、トランジスタ Q1 のエミッタ電流のうちトランジスタ Q6 に流れる電流が増加してトランジスタ Q5 に流れる電流よりも多くなり、トランジスタ Q1 のエミッタから供給されるバイアス電流の増加が抑制されることになる。

【0094】

逆に、環境温度が低下すると、トランジスタ Q1 へ供給されるベース電流が減少するので、トランジスタ Q1 のエミッタ電流が減少する一方、トランジスタ Q6 へ供給されるベース電流も減少するので、トランジスタ Q1 のエミッタ電流のうちトランジスタ Q6 に流れる電流が減少し、バイアス電流補償回路 D によるバイアス電流抑制効果がほぼ消滅し、トランジスタ Q1 のエミッタ電流の大部分がバイアス電流として供給されることとなる。

【0095】

従って、トランジスタ Q1 により構成されるエミッタフォロワが供給する RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr のベースバイアス電流の温度変化による変動は相殺され、結果として、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFTr のコレクタバイアス電流の温度変化による変動は最小限に抑制される。

【0096】

また、バイアス電流供給回路A及びバイアス電流補償回路Dは、それぞれ、1段分のオン電圧 V_{beon} によってオンするバイポーラトランジスタの組み合わせにより構成されているので、本発明の第2の実施の形態に係るバイアス電流供給回路における制御電圧 V_{con} は低電圧化することが可能である。

【0097】

図7は、本発明の第2の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いた場合における制御電圧 V_{con} に対するRF信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度特性を示すグラフである。図7において、グラフT1, T2, T3は、それぞれ環境温度80℃、30℃、-20℃における温度特性を示している。

【0098】

尚、本発明の第2の実施の形態に係るバイアス電流供給回路に含まれているバイアス電流供給回路Aは、一部参照符号が異なっているが、回路構成は、本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路に含まれているバイアス電流供給回路Aと全く同様である。従って、本発明の第2の実施の形態に係るバイアス電流供給回路のうちバイアス電流供給回路Aのみを用いた場合における制御電圧 V_{con} に対するRF信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度特性を示すグラフは、図4のグラフと全く同様になる。

【0099】

ここで使用したバイポーラトランジスタは、インジウム・ガリウム・リン／ガリウム・ヒ素 (InGaP/GaAs) ヘテロ接合バイポーラトランジスタであり、RF信号増幅用バイポーラトランジスタRFT_rはエミッタサイズ $4 \times 30 \mu\text{m}$ のものを48本、バイアス電流供給回路においては、トランジスタQ1はエミッタサイズ $4 \times 30 \mu\text{m}$ のものを8本、トランジスタQ5, Q6はエミッタサイズ $4 \times 30 \mu\text{m}$ のものを各2本、トランジスタQ7はエミッタサイズ $4 \times 10 \mu\text{m}$ のものを2本、トランジスタQ2, Q3, Q4, Q8, Q9がエミッタサイズ $4 \times 10 \mu\text{m}$ のものを各1本、それぞれ用いている。

【0100】

また、各抵抗の抵抗値は、抵抗 R 1 が 6 0 0 Ω 、抵抗 R 2 が 1 0 0 0 Ω 、抵抗 R 3 が 1 0 0 Ω 、抵抗 R 4 が 6 0 0 0 Ω 、抵抗 R 5 が 3 0 0 0 Ω 、抵抗 R 6 が 4 0 0 Ω である。

【0 1 0 1】

電源電圧 V_{cc}は 3. 4 Vであり、制御電圧 V_{con}は 2. 0 Vから 3. 0 Vまでの範囲において可変である。但し、上記各設定値は、制御電圧 V_{con}を 2. 8 Vに設定することを想定して、設定されている。

【0 1 0 2】

図 7 のグラフに示すように、本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いた場合、制御電圧 V_{con}を 2. 8 Vに設定すると、各環境温度における R F 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流は、6 5 m A, 6 2 m A, 5 3 m Aと、ほとんど変化していないことが分かる。また、制御電圧 V_{con}が変動しても、R F 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の変動は比較的小さく抑制されていることが分かる。

【0 1 0 3】

一方、図 4 のグラフに示すように、本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路のうちバイアス電流供給回路 A のみを用いた場合、制御電圧 V_{con}を 2. 8 Vに設定したときの各環境温度における R F 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流は、7 5 m A, 5 2 m A, 3 0 m Aと、大きく変化していることが分かる。

【0 1 0 4】

即ち、本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いると、R F 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度変化による変動を最小限に抑制できることが分かる。

【0 1 0 5】

図 8 は、本発明の第 3 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の構成を示す回路図である。

【0 1 0 6】

本発明の第 3 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路は、制御電圧 V_{con}が

供給される制御電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された抵抗 R_1 及びバイポーラトランジスタ Q_1 と、電源電圧 V_{cc} が供給される電源電位ノードにコレクタが接続され、ベースがトランジスタ Q_1 のコレクタに接続され、エミッタがトランジスタ Q_1 のベースに接続されたバイポーラトランジスタ Q_2 と、トランジスタ Q_2 のエミッタと接地電位ノードとの間に接続された抵抗 R_3 と、電源電位ノードにコレクタが接続され、ベースがトランジスタ Q_1 のベースに共通接続されたバイポーラトランジスタ Q_4 と、トランジスタ Q_4 のエミッタと接地電位ノードとの間に接続されたダイオード接続バイポーラトランジスタ Q_3 と、トランジスタ Q_4 のエミッタとトランジスタ Q_3 のコレクタとの接続ノードと制御電位ノードとの間に接続された抵抗 R_2 とを備えており、トランジスタ Q_4 のエミッタとトランジスタ Q_3 のコレクタとの接続ノードから、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ $RFTr$ のベースバイアス電流を供給する。

【0107】

増幅回路は、電源電位ノードと接地電位ノードとの間に接続され、ベースがトランジスタ Q_4 のエミッタとトランジスタ Q_3 のコレクタとの接続ノードに接続され、キャパシタ C を介して入力 RF 信号 RF_{in} がベースに入力され、出力 RF 信号 RF_{out} がコレクタから出力される RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ $RFTr$ により構成される。

【0108】

尚、図 8 に示す構成においては、トランジスタ Q_4 のエミッタとトランジスタ Q_3 のコレクタとの接続ノードと RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ $RFTr$ のベースとの間に、RF 信号を阻止するためのチョークインダクタ L が挿入接続されているが、チョークインダクタ L を配設するか否かは任意であり、チョークインダクタ L を除去して短絡してもよい。

【0109】

本発明の第 3 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路は、図 13 に示す従来のバイアス電流供給回路を改良したものである。図 13 に示す従来のバイアス電流供給回路においては、抵抗 R_1 とトランジスタ Q_1 との間に挿入されて直列接続されていたトランジスタ Q_2 が、本発明の第 3 の実施の形態に係るバイアス電

流供給回路においては、抵抗 R 1 とトランジスタ Q 1 との間から除去され、電源電位ノードと接地電位ノードとの間に抵抗 R 3 と共にトランジスタ Q 2、抵抗 R 3 の順に直列接続されている。

【0110】

本発明の第 3 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路においては、トランジスタ Q 2、Q 4 がエミッタフォロワとして機能しており、トランジスタ Q 2、Q 4 のベース電位は、トランジスタ Q 1 により設定される。増幅回路の高出力時には、トランジスタ Q 4 により R F 信号増幅用バイポーラトランジスタ R F T r へベースバイアス電流が供給される。

【0111】

尚、従来のバイアス電流供給回路においても本発明の第 3 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路においても、抵抗 R 2 及びダイオード接続バイポーラトランジスタ Q 3 は、アイドル電流を流すために用いられている。

【0112】

従来のバイアス電流供給回路においては、2 個のトランジスタ Q 1、Q 2 が直列接続されているため、トランジスタ Q 1、Q 2 に流れる電流は、抵抗 R 1 に流れる電流 $I_{con} = (V_{con} - 2 V_{beon}) / 2$ (V_{beon} は、トランジスタのオン電圧) によって決定される。従って、トランジスタのオン電圧 V_{beon} が環境温度の変化に応じて変動すると、その変動分が 2 倍になって電流 I_{con} の変動に反映され、電流 I_{con} は大きく変動する。例えば、制御電圧 $V_{con} = 2.8 \text{ V}$ としたときに、トランジスタのオン電圧 V_{beon} が環境温度の変化に応じて 1.2 V から 1.3 V に変動したとすると、2 段のトランジスタのオン電圧 V_{beon} の変動分は $0.1 + 0.1 = 0.2 \text{ V}$ となり、電流 I_{con} は 0.66 mA から 0.33 mA へと大きく変動する。その結果、エミッタフォロワであるトランジスタ Q 4 の電流値も、温度変化の影響を受けて大きく減少し、R F 信号増幅用バイポーラトランジスタ R F T r へのベースバイアス電流の供給量も減少する。

【0113】

一方、本発明の第 3 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路においては、順に直列接続された抵抗 R 1 及びトランジスタ Q 1 と、順に直列接続されたトラン

ジスタ Q2 及び抵抗 R3 とが、相互に並列な回路を構成している。従って、トランジスタのオン電圧 V_{beon} が環境温度の変化に応じて変動したとしても、抵抗 R1 に流れる電流 I_{con} の変動には 1 個のトランジスタ Q1 のオン電圧 V_{beon} 変動分が反映されるだけであり、トランジスタ Q2 の定電流性は抵抗 R3 によって維持される。その結果、エミッタフォロワであるトランジスタ Q4 の電流値の変動も小さく抑制され、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFT r に供給されるベースバイアス電流の変動も小さく抑制される。

【0114】

図 9 は、本発明の第 3 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いた場合における制御電圧 V_{con} に対する RF 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度特性を示すグラフである。図 9 において、グラフ T1, T2, T3 は、それぞれ環境温度 90℃、30℃、-30℃における温度特性を示している。

【0115】

ここで使用したバイポーラトランジスタは、インジウム・ガリウム・リン／ガリウム・ヒ素 (InGaP/GaAs) ヘテロ接合バイポーラトランジスタであり、RF 信号増幅用バイポーラトランジスタ RFT r はエミッタサイズ $4 \times 30 \mu m$ のものを 48 本、バイアス電流供給回路においては、トランジスタ Q1, Q2 はエミッタサイズ $4 \times 10 \mu m$ のものを各 1 本、トランジスタ Q3 はエミッタサイズ $4 \times 20 \mu m$ のものを 1 本、トランジスタ Q4 はエミッタサイズ $4 \times 30 \mu m$ のものを 8 本、それぞれ用いている。

【0116】

また、各抵抗の抵抗値は、抵抗 R1 が 600Ω 、抵抗 R2 が 5000Ω 、抵抗 R3 が 3000Ω である。

【0117】

電源電圧 V_{cc} は 3.4 V であり、制御電圧 V_{con} は 1.4 V から 3.0 V までの範囲において可変である。但し、上記各設定値は、制御電圧 V_{con} を 2.8 V に設定することを想定して、設定されている。

【0118】

図9のグラフに示すように、本発明の第3の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いた場合、制御電圧 V_{con} を2.8Vに設定すると、各環境温度におけるRF信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流は、39mA、35mA、30mAと、変動が非常に小さく抑制されていることが分かる。

【0119】

一方、図14のグラフに示すように、図13に示す従来のバイアス電流供給回路を用いた場合、制御電圧 V_{con} を2.8Vに設定したときの各環境温度におけるRF信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流は、45mA、35mA、27mAと、大きく変化していることが分かる。

【0120】

即ち、本発明の第3の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いると、RF信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度変化による変動を最小限に抑制できることが分かる。

【0121】

図10は、本発明の第3の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の変形例の構成を示す回路図である。

【0122】

本発明の第3の実施の形態に係るバイアス電流供給回路の変形例は、図8に示す本発明の第3の実施の形態に係るバイアス電流供給回路に対して、トランジスタQ3のベース・コレクタ間に挿入接続された抵抗 R_{c1} と、トランジスタQ2のベースとトランジスタQ1のコレクタとの間に挿入接続された抵抗 R_{c2} とをさらに備えている点が異なっている。

【0123】

各トランジスタ、各抵抗、電源電圧 V_{cc} 、制御電圧 V_{con} の設定値を図9の説明に記載したように設定する場合、抵抗 R_{c1} 及び抵抗 R_{c2} の抵抗値は、それぞれ1000 Ω にするとよい。

【0124】

抵抗 R_{c1} 及び抵抗 R_{c2} を挿入接続することによって、図9のグラフに示す温度特性を実現しつつ、バイアス電流供給回路の出力インピーダンスが低周波に

において低く、高周波において高くなるので、R F 信号を阻止するためのチョークインダクタ L が不要となる。これらの抵抗を挿入接続しても、直流的には、電流利得が 1 0 0 以上であれば、バイアス電流の温度特性は図 9 のグラフに示す温度特性とほぼ同等である。

【0 1 2 5】

上記抵抗 R c 1 及び抵抗 R c 2 による R F 信号の阻止は、トランジスタのベータの周波数特性を利用した効果であり、直流的にはこれらの抵抗は直列の 1 0 Ω 程度の抵抗にしか見えないのが、無線周波数 (R F) の交流的にはこれらの抵抗が直列の 1 0 0 Ω 以上の抵抗に見えるため、R F 信号阻止の効果が得られるものである。

【0 1 2 6】

【発明の効果】

本発明の第 1 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の基本構成によれば、信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を協働して供給する 2 個のエミッタフォロワを構成する第 1、第 2 のバイポーラトランジスタと、温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、上記第 1 のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する通常温度特性回路と、温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、上記第 2 のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する逆温度特性回路と、を備えていることとしたので、低電源電圧により動作する線形高効率高出力増幅回路におけるコレクタ電流の温度変化による変動を抑制することができる。

【0 1 2 7】

本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の基本構成によれば、信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給するエミッタフォロワを構成する第 1 のバイポーラトランジスタと、上記第 1 のバイポーラトランジスタに直列接続された第 2 のバイポーラトランジスタと、温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、上記第 1 のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する通常温度特性回路と、温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、上記第 2 のバイポーラトランジスタにベー

ス電流を供給して、上記第1のバイポーラトランジスタのエミッタから供給される上記ベースバイアス電流の一部を上記第2のバイポーラトランジスタに流すことにより、環境温度上昇に伴う上記ベースバイアス電流の増加を抑制するバイアス電流補償回路と、を備えていることとしたので、低電源電圧により動作する線形高効率高出力増幅回路におけるコレクタ電流の温度変化による変動を抑制することができる。

【0128】

本発明の第3の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路によれば、制御電位ノードと接地電位ノードとの間に順に直列接続された第1の抵抗及び第1のバイポーラトランジスタと、コレクタが電源電位ノードに接続され、ベースが上記第1のバイポーラトランジスタのコレクタに接続され、エミッタが上記第1のバイポーラトランジスタのベースに接続された第2のバイポーラトランジスタと、上記第2のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続された第2の抵抗と、コレクタが電源電位ノードに接続され、ベースが上記第1のバイポーラトランジスタのベースに共通接続され、エミッタから信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を供給する第3のバイポーラトランジスタと、上記第3のバイポーラトランジスタのエミッタと接地電位ノードとの間に接続されたダイオード接続バイポーラトランジスタと、上記第3のバイポーラトランジスタのエミッタと上記ダイオード接続バイポーラトランジスタのコレクタとの接続ノードと制御電位ノードとの間に接続された第3の抵抗と、を備えていることとしたので、低電源電圧により動作する線形高効率高出力増幅回路におけるコレクタ電流の温度変化による変動を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の基本構成を示す回路図である。

【図2】

本発明の第1の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の具体的な構成の一例を示す回路図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いた場合における制御電圧 V_{con} に対する R F 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度特性を示すグラフである。

【図 4】

本発明の第 1 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路のうちバイアス電流供給回路 A のみを用いた場合における制御電圧 V_{con} に対する R F 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度特性を示すグラフである。

【図 5】

本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の基本構成を示す回路図である。

【図 6】

本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の具体的構成の一例を示す回路図である。

【図 7】

本発明の第 2 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いた場合における制御電圧 V_{con} に対する R F 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度特性を示すグラフである。

【図 8】

本発明の第 3 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の構成を示す回路図である。

【図 9】

本発明の第 3 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路を用いた場合における制御電圧 V_{con} に対する R F 信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度特性を示すグラフである。

【図 1 0】

本発明の第 3 の実施の形態に係るバイアス電流供給回路及び増幅回路の変形例の構成を示す回路図である。

【図 1 1】

従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路の第1の例の回路図である。

【図12】

従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路の第2の例の回路図である。

【図13】

従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路の第3の例の回路図である。

【図14】

図13に示す従来のカレントミラー型ベースバイアス電流供給回路を用いた場合における制御電圧 V_{con} に対するRF信号増幅用バイポーラトランジスタのコレクタバイアス電流の温度特性を示すグラフである。

【符号の説明】

RFTr RF信号増幅用バイポーラトランジスタ

Q バイポーラトランジスタ

C キャパシタ

L インダクタ

R 抵抗

V_{cc} 電源電圧

V_{con} 制御電圧

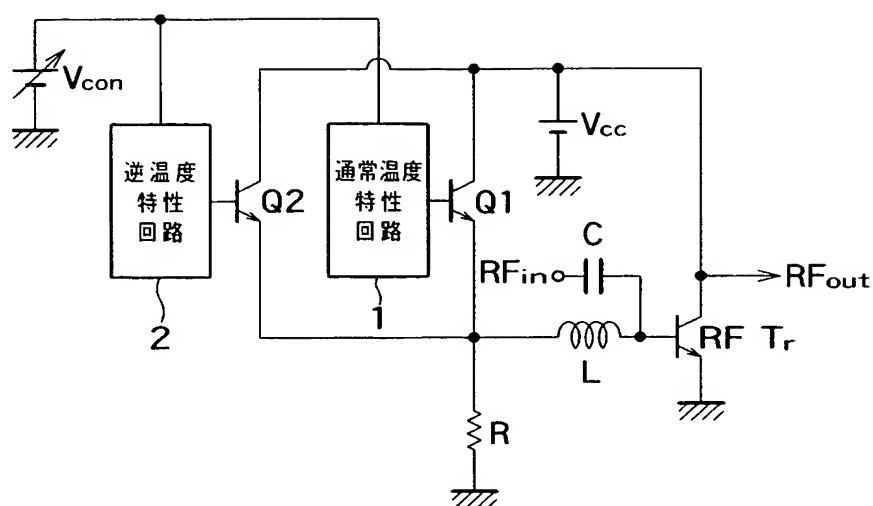
1 通常温度特性回路

2 逆温度特性回路

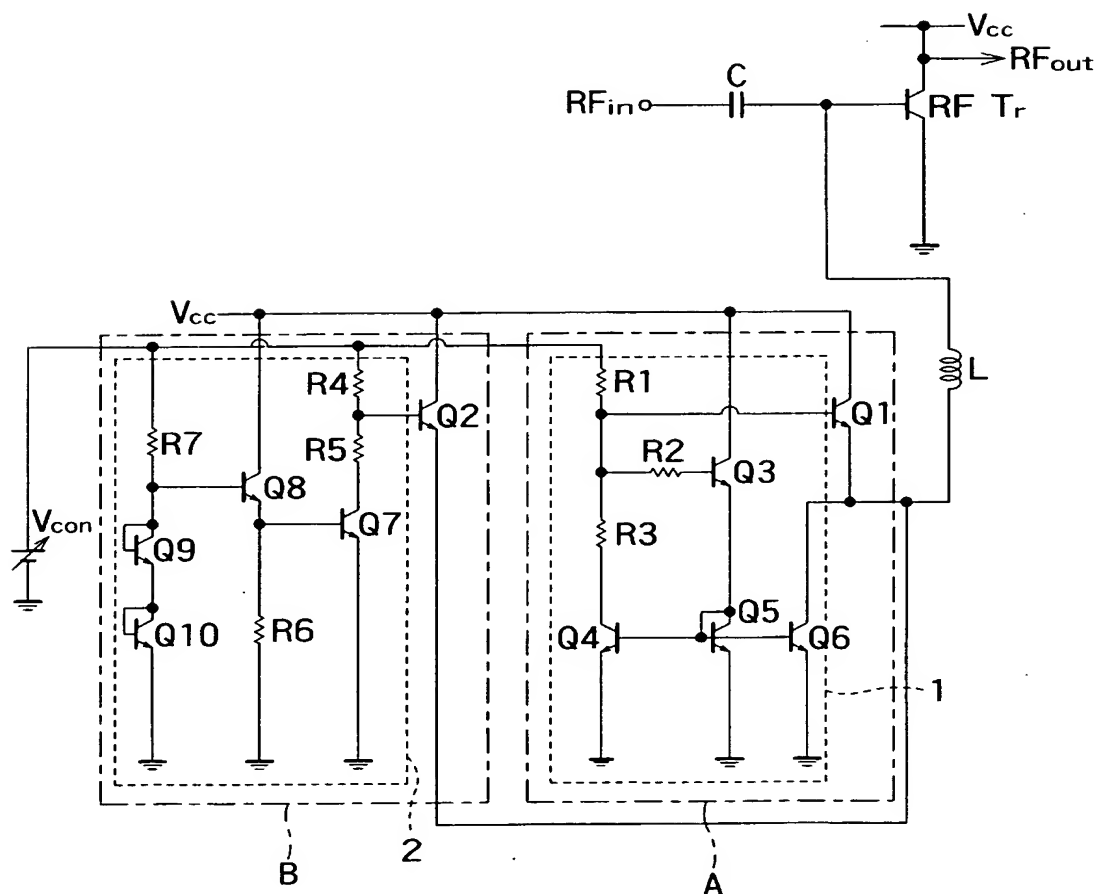
3 バイアス電流補償回路

【書類名】 図面

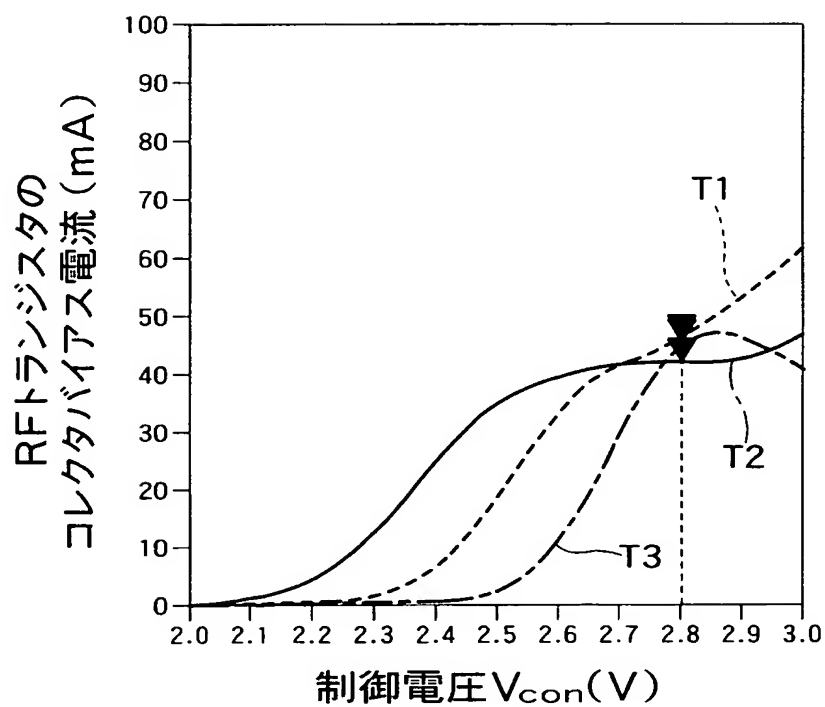
【図 1】



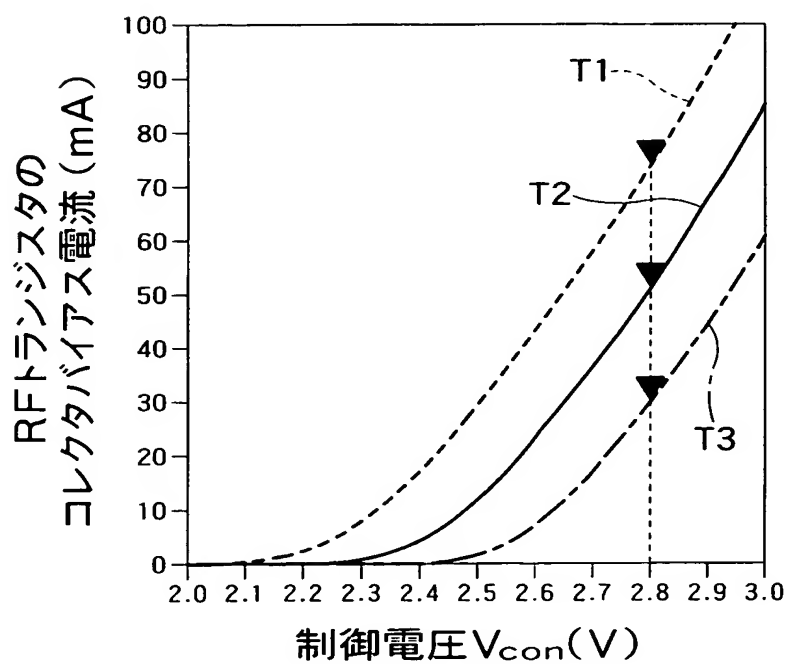
【図 2】



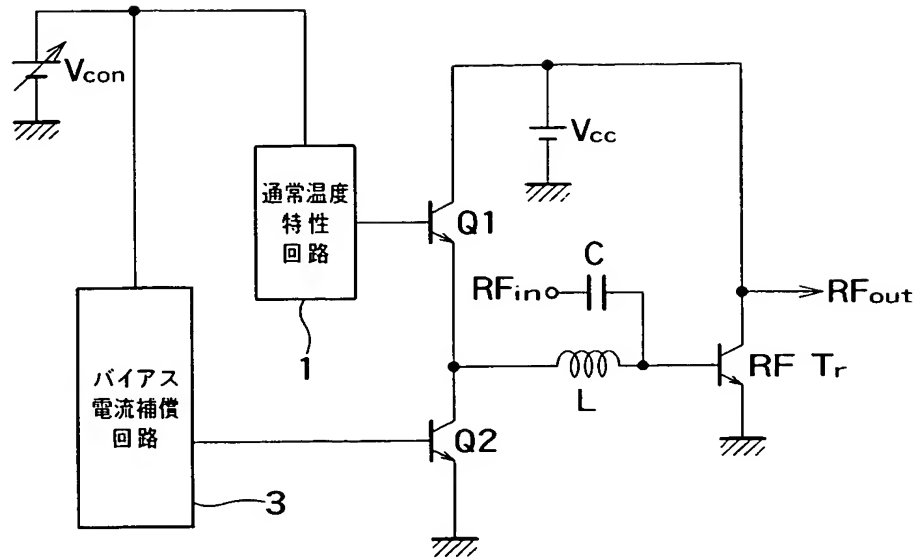
【図 3】



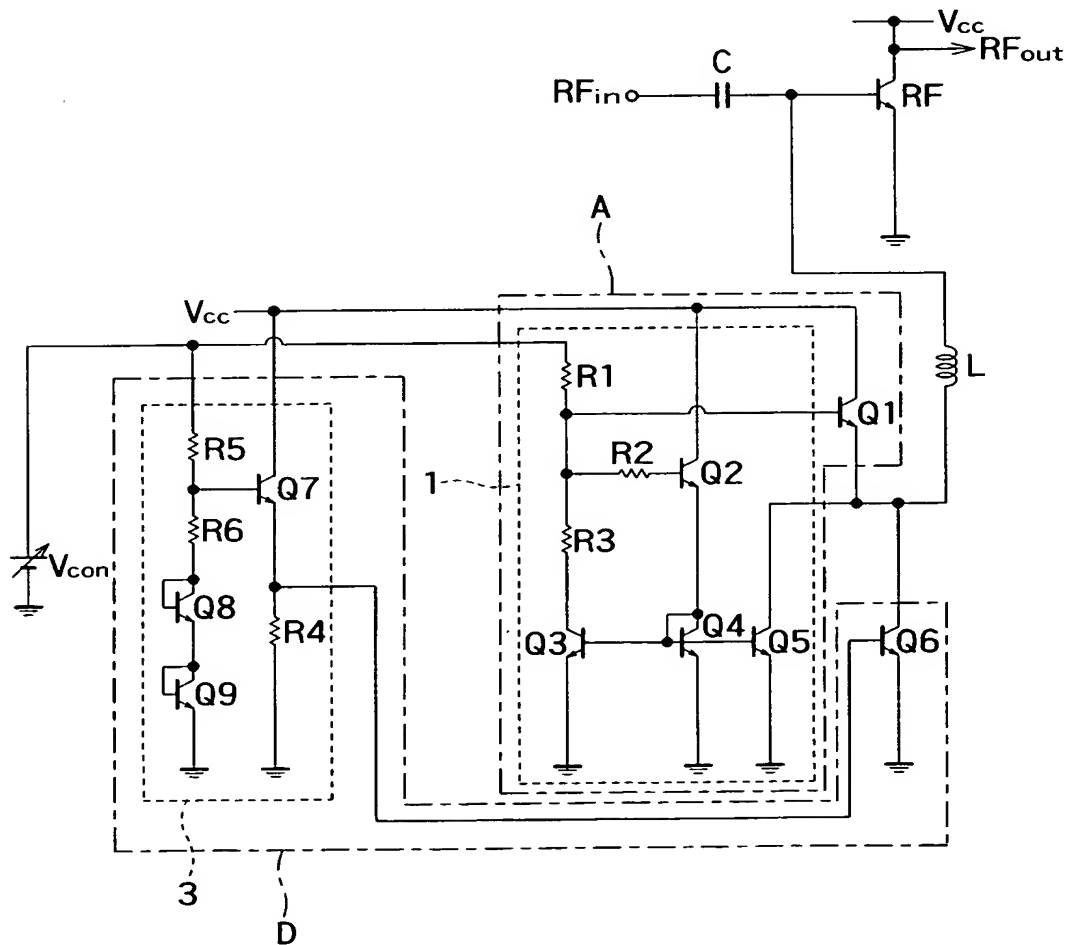
【図 4】



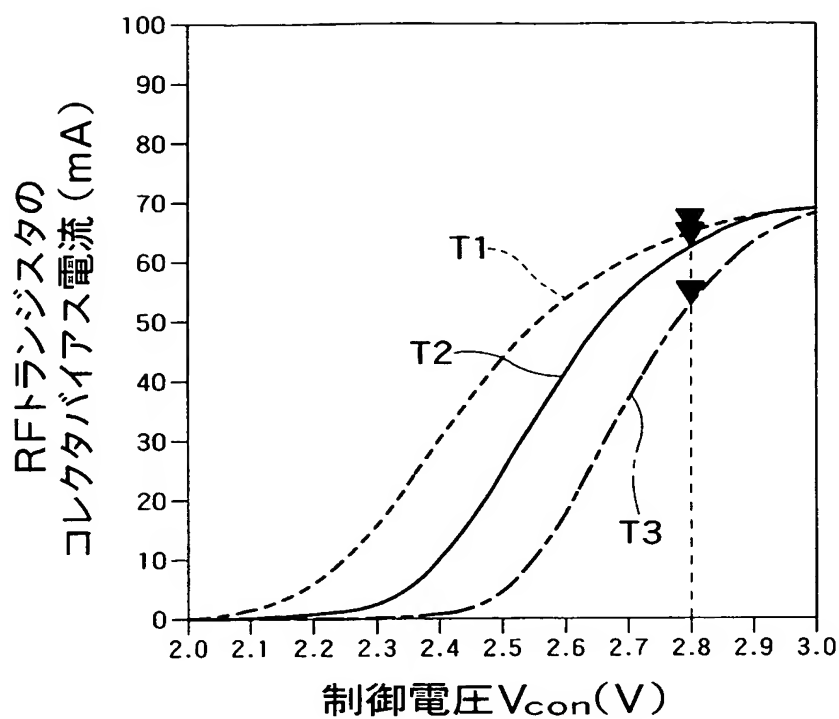
【図 5】



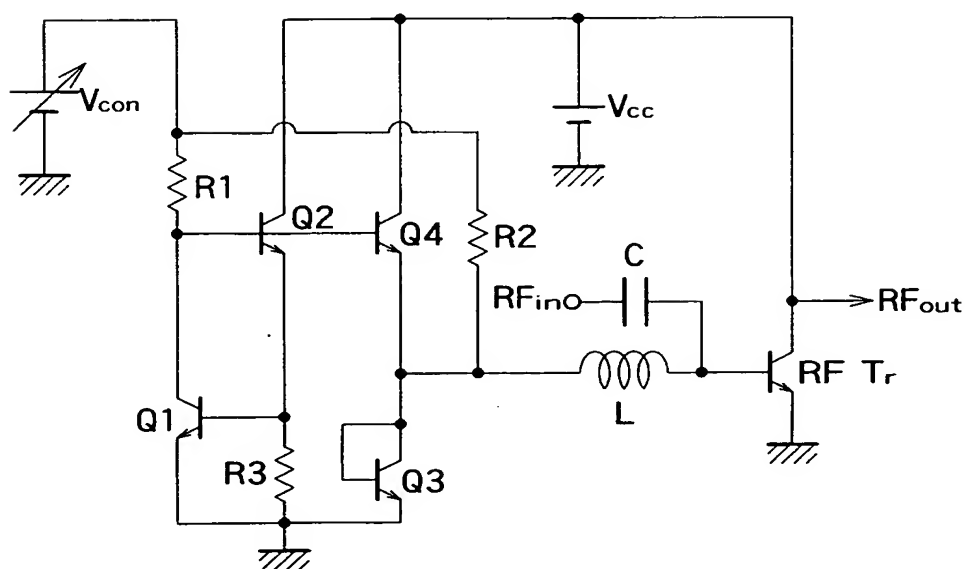
【図 6】



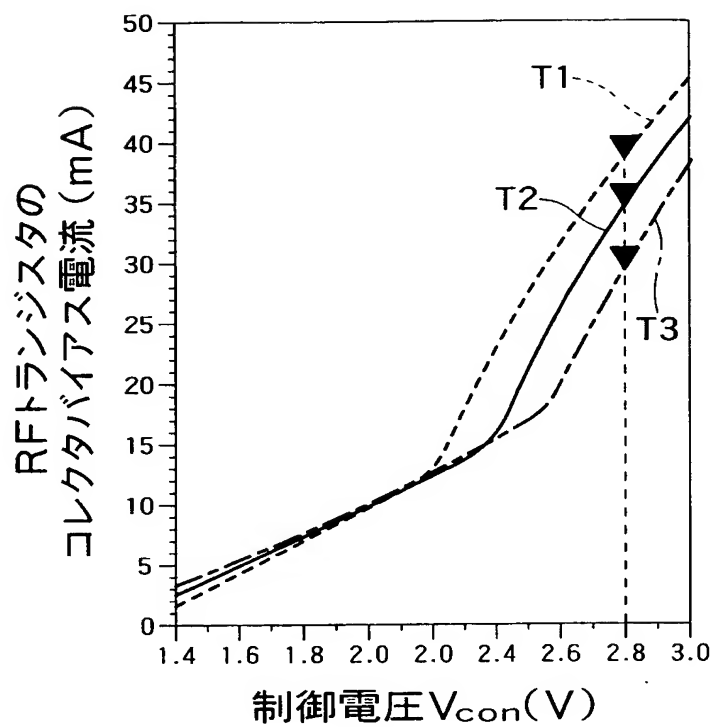
【図 7】



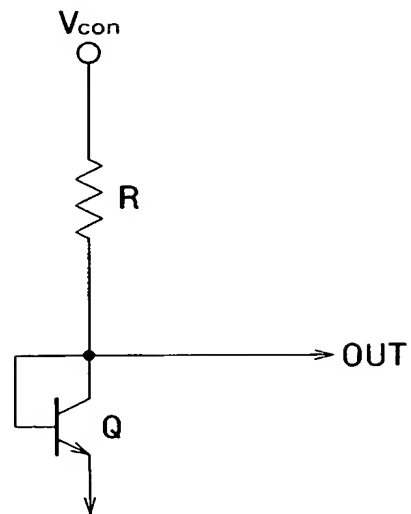
【図 8】



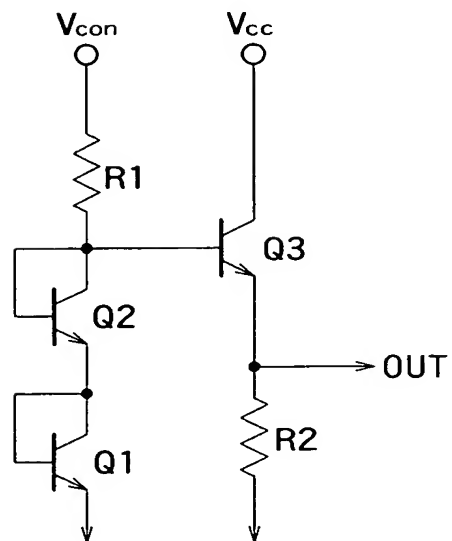
【図 9】



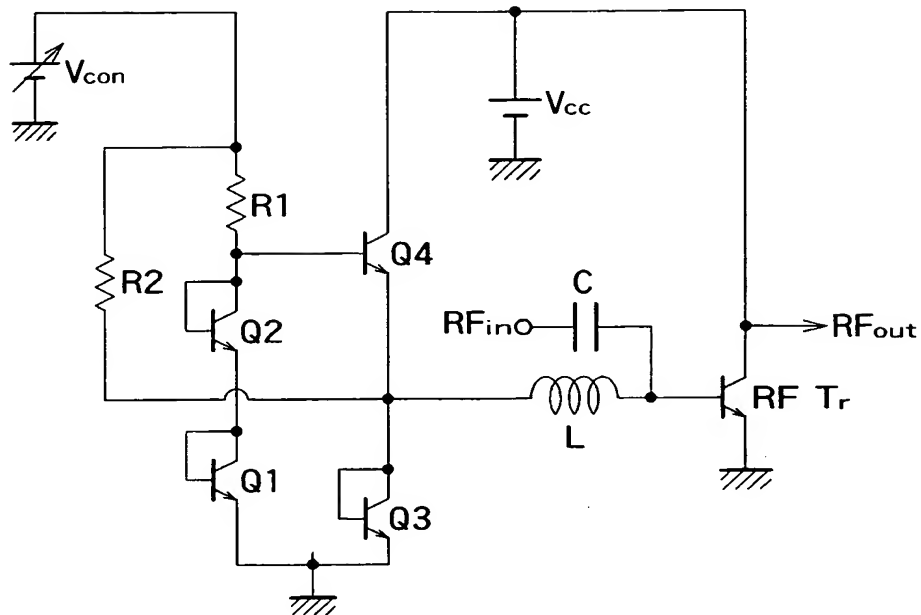
【図 1 1】



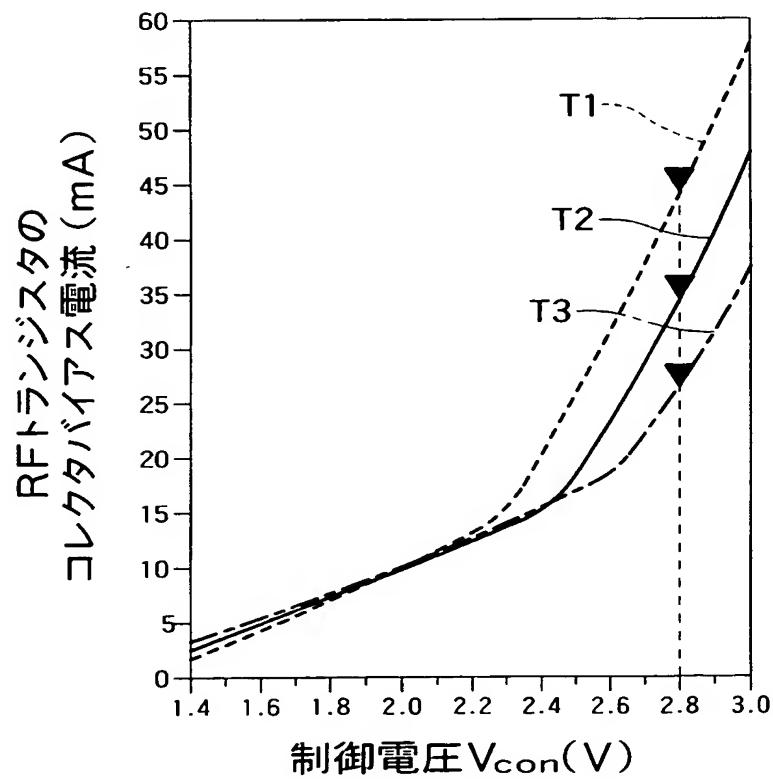
【図 1 2】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 バイポーラトランジスタを用いて構成され、低電源電圧により動作する増幅回路におけるコレクタ電流の温度変化による変動を抑制するバイアス電流供給回路及びこれを備えた増幅回路を提供する。

【解決手段】 本発明の実施の一形態に係るバイアス電流供給回路は、信号増幅用バイポーラトランジスタのベースバイアス電流を協働して供給する2個のエミッタフォロワを構成する第1、第2のバイポーラトランジスタと、温度上昇と共に電流供給量が増加する通常温度特性を有し、上記第1のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する通常温度特性回路と、温度上昇と共に電流供給量が減少する逆温度特性を有し、上記第2のバイポーラトランジスタにベース電流を供給する逆温度特性回路と、を備えているものである。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 6 6 7 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝